



PARIS SCHOOL OF ECONOMICS
ÉCOLE D'ÉCONOMIE DE PARIS

WORKING PAPER N° 2015 – 25

**Évaluer l'effet des politiques publiques locales
avec les contrôles synthétiques et les modèles à facteurs :
Une application au marché du poisson français**

**Laurent Gobillon
François-Charles Wolff**

JEL Codes: O33, Q22, L11, 23

**Keywords: poissons, innovation, qualité des produits, contrôles synthétiques,
modèles à facteurs**



PARIS-JOURDAN SCIENCES ECONOMIQUES

48, Bd JOURDAN – E.N.S. – 75014 PARIS
TÉL. : 33(0) 1 43 13 63 00 – FAX : 33 (0) 1 43 13 63 10
www.pse.ens.fr

Évaluer l'effet des politiques publiques locales avec les contrôles synthétiques et les modèles à facteurs : Une application au marché du poisson français[#]

Laurent Gobillon* François-Charles Wolff**

Juin 2015

Résumé

Cet article propose une évaluation de l'introduction d'une nouvelle technique de pêche aux Sables d'Olonne sur la qualité des poissons pêchés à partir de la méthode des contrôles synthétiques et de l'estimation de modèles à facteurs. L'estimation est menée sur des données agrégées au niveau des criées françaises sur la période 2009-2012. Notre estimateur préféré de l'effet de l'innovation à composition constante des espèces pêchées est obtenu avec le modèle à facteurs et correspond à un accroissement de 16,9% de la proportion de poissons présentant la meilleure qualité. La méthode des contrôles synthétiques conduit à un effet moindre de l'innovation (8,3%), mais elle repose sur une interpolation à partir des criées de contrôle qui est assez approximative.

Mots clés : poissons, innovation, qualité des produits, contrôles synthétiques, modèles à facteurs

Codes JEL : O33, Q22, L11, 23

[#] Nous tenons à remercier Laurent Baranger et les participants de la 6^{ème} école thématique du CNRS sur l'évaluation des politiques publiques de la Fédération TEPP organisée à Aussois en mars 2015.

* INED, 133 Boulevard Davout, 75980 Paris Cedex 20, France, PSE, CEPR et IZA. E-mail: laurent.gobillon@ined.fr

** LEMNA, Université de Nantes, BP 52231, Chemin de la Censive du Tertre, 44322 Nantes Cedex, France and INED. E-mail: francois.wolff@univ-nantes.fr

1. Introduction

Cet article propose une évaluation de l'introduction d'une nouvelle technique de pêche adoptée en Vendée par des chalutiers basés au port des Sables d'Olonne sur la qualité des poissons pêchés. L'évaluation est réalisée à partir de la méthode des contrôles synthétiques et de l'estimation de modèles à facteurs, les résultats faisant l'objet d'une comparaison avec ceux obtenus en différence de différences. L'estimation est menée sur des données longitudinales mensuelles au niveau des criées françaises de la façade atlantique sur la période 2009-2012.

Lorsqu'on évalue l'effet d'une politique publique, on considère généralement un modèle linéaire de panel dans lequel est introduit une indicatrice de traitement ainsi que des effets fixes additifs individuels et temporels. Ce type de modèle est estimé en différence de différences, l'estimateur obtenu n'étant convergent que sous l'hypothèse de tendances communes. Dans notre contexte, celle-ci stipule qu'en l'absence de traitement l'évolution de qualité serait la même pour la criée des Sables d'Olonne et pour l'ensemble des criées non traitées (se reporter par exemple à Blundell et Costa-Dias, 2009). En particulier, cette hypothèse n'est pas vérifiée si la criée traitée a été choisie sur la base de l'évolution attendue pour la qualité des poissons pêchés.

La spécification en panel standard peut être étendue pour prendre en compte des effets interactifs définis comme des produits d'effets fixes individuels et d'effets fixes temporels. Ce type de spécification, communément appelé modèle à facteurs, permet d'obtenir des résultats robustes au choix des criées traitées selon leur tendance spécifique en matière de qualité, et la théorie asymptotique de l'estimateur des moindres carrés a été établie (Bai, 2009). Des applications spatiales utilisant ces modèles ont déjà été conduites pour étudier l'effet des changements de loi de divorce dans les Etats Américains (Kim et Oka, 2014) ou bien encore la mise en place des Zones Franches Urbaines sur le retour à l'emploi des chômeurs d'Ile-de-France (Gobillon et Magnac, 2015).

La méthode des contrôles synthétique s'est popularisée depuis le milieu des années 2000 pour évaluer l'effet de politiques locales. Cette approche initialement proposée par Abadie et ses co-auteurs consiste à construire, pour chaque unité traitée, une moyenne pondérée des unités non traitées telle que l'unité synthétique ainsi constituée soit similaire à l'unité traitée en termes de caractéristiques observables et de valeurs de la variable de résultat aux dates antérieures au traitement. L'effet du traitement est alors mesuré en considérant la différence après traitement entre l'unité traitée et l'unité synthétique. L'estimateur ainsi obtenu est robuste à l'existence d'effets interactifs. Il a initialement été utilisé pour étudier l'effet du terrorisme au Pays Basque espagnol sur la croissance locale (Abadie et Gardeazabal, 2003). D'autres applications incluent l'effet de la loi anti-tabac en Californie sur la consommation de tabac (Abadie, Diamond et Hainmueller, 2010) et l'effet sur l'emploi agricole de la mise en place du programme de développement *Tennessee Valley Authority* (Kline et Moretti, 2014).

Ces différentes méthodes sont appliquées à des données mensuelles par criée aux poissons couvrant la période s'étendant de juillet 2009 à décembre 2012, la nouvelle technique de pêche étant introduite entre mars et juillet 2010. Ces données contiennent de l'information sur la composition des espèces pêchées et la proportion de poissons pêchés de qualité extra. Notre estimateur préféré de l'effet de l'innovation à composition constante des espèces pêchées est obtenu avec les modèles à facteurs et s'élève à 16,9%. La méthode des contrôles synthétiques conduit à un effet moindre (8,3%), mais elle repose sur une interpolation des criées assez approximative.

La suite de cet article est structurée de la façon suivante. La section 2 présente et compare les différentes méthodes d'estimation de l'effet de l'introduction de la senne danoise sur la criée des Sables d'Olonne. La section 3 propose des éléments de cadrage et présente les données utilisées pour notre évaluation. La section 4 présente les résultats et la section 5 conclut.

2. Spécification économétrique

De nombreux articles conduisant des évaluations de politiques publiques reposent sur la méthode de différences de différences qui est notamment présentée et commentée dans Angrist and Pischke (2008), Blundell and Costa Dias (2009) et Imbens and Wooldridge (2009). Dans un cadre linéaire, la spécification sous-jacente contient de manière additive des effets fixes criées qui ne peuvent avoir d'impact que sur le niveau de qualité et non sur son évolution. Cette spécification est de la forme :

$$Y_{it} = \theta \mathbb{I}_{\{i \in T\}} \mathbb{I}_{\{t \geq \bar{t}\}} + X_{it} \beta + \delta_t + u_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

où $\mathbb{I}_{\{i \in T\}}$ est une indicatrice prenant la valeur 1 si la criée i est traitée et 0 sinon (sachant que dans notre application, une seule criée est traitée, celle des Sables d'Olonne), $\mathbb{I}_{\{t \geq \bar{t}\}}$ est une indicatrice prenant la valeur 1 si la date t est postérieure ou égale à la date de traitement \bar{t} et zéro sinon (le produit $\mathbb{I}_{\{i \in T\}} \mathbb{I}_{\{t \geq \bar{t}\}}$ étant simplement l'indicatrice de traitement), θ mesure l'effet du traitement, X_{it} est un ensemble de caractéristiques des poissons vendus dans la criée i (dans notre application, des variables de composition des espèces), δ_t est un effet fixe temporel, u_i est un effet fixe criée et ε_{it} est un résidu. Nous estimons cette spécification par moindres carrés ordinaires, mais nous nous référerons à l'estimation en différence de différences du fait de la structure du modèle sous-jacent. L'hypothèse nécessaire pour obtenir un estimateur convergent avec ce type d'approche est celle des tendances communes qui s'énonce comme suit dans notre contexte : en l'absence de traitement, l'évolution de la qualité dans les criées traitées doit être similaire à celle dans les criées non traitées.

Modèle à facteurs

Le modèle à facteurs, aussi appelé modèle interactif, est une extension de la spécification de panel classique qui permet de prendre en compte des effets créés dont l'impact dépend du temps (Bai, 2009). La spécification (1) est ainsi augmentée avec des termes interactifs entre des effets fixes créés et des effets fixes temporels tel que :

$$Y_{it} = \theta \mathbb{I}_{\{i \in T\}} \mathbb{I}_{\{t \geq \bar{t}\}} + X_{it} \beta + \delta_t + u_i + F_t' \Lambda_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

où F_t est un vecteur $K \times 1$ d'effets fixes temporels avec K le nombre de facteurs, et Λ_i est un vecteur $K \times 1$ d'effets fixes créés. Lorsque le modèle est écrit en première différence, les effets fixes créés des termes interactifs ne disparaissent pas : ils ont un effet sur l'évolution de la qualité, cet effet étant donné par $F_t - F_{t-1}$. Une sélection des créées traitées selon leur tendance en matière de qualité est autorisée car les effets fixes Λ_i peuvent être corrélés avec $\mathbb{I}_{\{i \in T\}}$.

Il est en fait possible de vérifier qu'en présence de telles corrélations et de corrélations entre les effets fixes temporels F_t et l'indicatrice de date après traitement $\mathbb{I}_{\{t \geq \bar{t}\}}$, l'estimateur de l'effet de traitement θ obtenu par différence de différences est biaisé (cf. Gobillon et Magnac, 2015, pour l'expression du biais). L'effet du traitement peut être estimé par moindres carrés avec une procédure itérative après que certaines contraintes aient été imposées sur les effets fixes créés et temps afin que le modèle soit identifié (Bai, 2009)¹. Si l'on note $F = (F_1', \dots, F_T')'$ et $\Lambda = (\Lambda_1', \dots, \Lambda_N')'$, les contraintes stipulent que $F'F/T$ (où T est le nombre de périodes) doit être une matrice identité et $\Lambda'\Lambda$ doit être une matrice diagonale. L'algorithme itératif consiste à fixer tour à tour les effets fixes (individuels et temporels) et les paramètres $(\theta', \beta')'$ à des valeurs données, et de calculer des estimateurs des paramètres qui ont été laissés libres.

S'il existe des procédures pour déterminer le nombre de facteurs à inclure dans la spécification (Bai et Ng, 2002, Moon et Weidner, 2015), celles-ci semblent cependant fragiles (Onatski, Moreira et Hallin, 2013). En pratique, on pourra vérifier que l'estimateur de l'effet de l'innovation est robuste à un changement du nombre de facteurs inclus dans la spécification. Enfin, il est possible de montrer que l'estimateur de l'effet de l'innovation obtenu est asymptotiquement normal sous l'hypothèse que les résidus sont indépendants et identiquement distribués quand le nombre de créées et le nombre de périodes tendent vers l'infini (Bai, 2009).

¹ Alternativement, Ahn, Lee et Schmidt (2001, 2013) proposent une approche permettant de faire disparaître les effets fixes créés de l'équation estimée et d'estimer le modèle par la méthode des moments généralisés. La convergence de l'estimateur ne nécessite alors pas d'avoir un nombre de périodes qui tend vers l'infini.

Contrôles synthétiques

Une approche alternative est celle des contrôles synthétiques qui permet d'estimer l'effet du traitement pour chaque criée traitée comme la différence de qualité après traitement entre cette criée et une criée synthétique de caractéristiques similaires construite comme une moyenne de criées non traitées (Abadie et Gardeazabal, 2003; Abadie, Diamond et Hainmueller, 2010, 2015). Les poids sont choisis dans l'intervalle $[0,1]$, ce qui fait que l'effet du traitement est estimé à partir d'une interpolation des criées non traitées. Si l'on dispose de plusieurs criées traitées, l'effet moyen du traitement peut être obtenu comme la moyenne des effets de traitement de toutes les criées traitées.

Plus précisément, notons $Z_i = (Y_{i1}, \dots, Y_{i\bar{t}-1}, X_{i1}, \dots, X_{iT})'$ l'ensemble des valeurs de la qualité pré-traitement et les réalisations des variables explicatives à toutes les dates. La méthode des contrôles synthétiques appliquée à une criée traitée i consiste à résoudre le programme de minimisation donné par :

$$\min_{\omega_j | \omega_j \geq 0, \sum_{j \in T} \omega_j = 1} (\sum_{j \in T} \omega_j Z_j - Z_i)' W (\sum_{j \in T} \omega_j Z_j - Z_i) \quad (3)$$

où W est une matrice symétrique et définie positive. Ce programme de minimisation permet de choisir les poids qui devraient être attribués aux criées de contrôle pour obtenir une criée synthétique (définie comme la moyenne pondérée des criées de contrôle) qui est similaire à la criée traitée en termes de qualités pré-traitement et de réalisations des variables explicatives à toutes les dates.² La matrice W permet de fixer l'influence respective des qualités pré-traitement et des réalisations des variables explicatives pour déterminer les poids. Si l'on considère que W est une matrice diagonale dont la somme des termes diagonaux est égale à un, l'équation (3) devient une somme pondérée des erreurs quadratiques où les poids sont les termes diagonaux de W .

Si l'on note les poids estimés par $\hat{\omega}_j$, un estimateur de l'effet du traitement pour la criée i est donné par :

$$\hat{\theta}_i = \frac{1}{T - \bar{t} + 1} \sum_{t \geq \bar{t}} \sum_{j \in T} (\hat{\omega}_j Z_j - Z_i) \quad (4)$$

Un test de nullité de cet effet de traitement à distance fini peut être mené à partir d'une expérience placebo au cours de laquelle chaque criée non traitée est considérée alternativement comme traitée et l'effet du traitement pour cette criée est calculé en appliquant la méthode des contrôles

² Si l'on souhaite mesurer l'effet de l'introduction de l'innovation sur la qualité sans contrôler pour le changement de types d'espèces pêchées, il est possible de ne considérer que les réalisations des variables explicatives pendant la période pré-traitement.

synthétiques. Cette approche permet de récupérer la distribution des effets de traitement et il est possible de déterminer si l'estimateur obtenu pour la criée traitée est situé loin dans la queue gauche ou la queue droite de la distribution des effets de traitement, auquel cas il est significativement non nul. Abadie, Diamond and Hainmueller (2010) établissent par ailleurs que l'estimateur est convergent quand les résidus sont indépendants et identiquement distribués. Il est cependant à noter que la loi asymptotique de l'estimateur de l'effet du traitement n'a pas été établie. L'effet moyen du traitement sur les criées traitées est finalement donné par $\hat{\theta} = \sum_{i \in T} \hat{\theta}_i / n_T$ où n_T est le nombre de criées traitées.

En termes de comparaison des approches, la méthode des contrôles synthétiques constitue une manière assez naturelle d'obtenir un estimateur basé sur une interpolation. Cependant, si les effets fixes criées et les caractéristiques des criées traitées ne sont pas dans le support des criées non traitées, l'estimateur de l'effet du traitement est généralement asymptotiquement non convergent (Gobillon et Magnac, 2015). L'estimation d'un modèle à facteurs permet alors d'effectuer une extrapolation quand il y a un problème de support, mais celle-ci est faite au prix d'une pondération des criées dans l'estimateur de l'effet du traitement qui n'a pas d'interprétation intuitive.³

3. L'introduction de la senne danoise aux Sables d'Olonne

3.1. Le contexte

Nous cherchons à évaluer les conséquences liées à l'introduction d'une nouvelle technique de pêche pour un petit nombre de navires localisés dans la criée des Sables d'Olonne, en Vendée. Il existe différentes techniques de pêche dont l'utilisation varie en fonction des espèces ciblées. Les trois principales techniques utilisées sont le chalut, la palangre et la senne.⁴ Le chalut est un filet traîné dans l'eau, à des profondeurs variables. A la fois les chaluts de fond et les chaluts à perche ont pour objectif de capturer les poissons posés sur le fond des mers sans sélectivité particulière, tandis que le chalut pélagique travaille entre deux eaux pour capturer des espèces vivant principalement en bancs concentrés. Les palangres correspondent à de longues lignes parfois de plusieurs kilomètres sur lesquelles sont fixés des hameçons appâtés, à des profondeurs variables.

La dernière technique de pêche consiste à capturer les poissons à l'aide d'une senne, qui est un filet utilisé en surface afin d'encercler des bancs de poissons. Les espèces visées sont principalement des poissons pélagiques tels que le thon, le maquereau, la sardine ou bien encore l'anchois. Différents types de senne sont à distinguer. Il existe des sennes tournantes non coulissantes correspondant à un filet constitué d'une poche centre et d'extrémités en forme d'ailes qui servent à la fois à rabattre

³ On pourra se référer à Gobillon et Magnac (2015) pour plus de détails sur la comparaison des estimateurs.

⁴ Pour un aperçu de ces techniques, on pourra par exemple se référer au lien suivant: <http://www.ifremer.fr/peche/Le-monde-de-la-peche/La-peche/comment/Les-engins>.

le poisson dans la poche et à remonter le filet et des sennes coulissantes (encore appelées bolinches) qui vont venir encercler les bancs de poissons, le filet étant fermé par le bas grâce à une coulisse à la fin de l'encerclement. Enfin, la senne danoise correspond à un filet assez similaire à un chalut, formé de deux ailes et d'une poche. Cet engin est manœuvré à l'aide de cordes de sennage qui vont venir rabattre le poisson vers l'ouverture de la senne.

L'innovation étudiée concerne la transformation d'une partie de la flottille chalutière des Sables d'Olonne en des senneurs danois au cours de l'année 2010. Entre les mois de janvier 2004 et janvier 2008, le prix du gasoil hors taxes a augmenté en France de plus de 120%.⁵ Face au poids croissant des dépenses de carburant, une réflexion s'est engagée en 2008 au niveau européen sur les possibilités d'actions ayant pour objet la restructuration des flottes de pêche de la Communauté Européenne. Le règlement (CE) n° 744/2008 du Conseil du 24 juillet 2008 mentionne l'urgence « de prendre des mesures supplémentaires en vue d'accélérer l'adaptation de la flotte de pêche communautaire à la situation actuelle, en garantissant des conditions sociales et économiques soutenables pour le secteur ».⁶ C'est dans le cadre de ce règlement que le Comité Local des Pêches et des Élevages Marins (CLPMEM) des Sables d'Olonne, soutenu par le Comité Régional des Pêches et des Élevages Marins (COREPEM) des Pays de la Loire, a proposé le Plan d'Adaptation de la Flotille (PAF) suivant.

D'un côté, six chalutiers de fond ont été transformés pour pouvoir pêcher à la senne danoise. De l'autre, six chalutiers ont été sortis de la flotte des Sables d'Olonne.⁷ Le tableau 1 précise les caractéristiques des chalutiers qui ont été transformés. Il s'agit de chalutiers de grande taille pour le port des Sables d'Olonne, entre 18 et 25 mètres. En moyenne, les navires sont assez récents puisque trois des senneurs concernés ont été construits en 2005. Le fait que la flotte transformée soit jeune implique des niveaux de remboursement élevés pour les emprunts contractés pour l'achat des navires et donc une rentabilité des capitaux investis assez faible. La transformation de l'outil de production impose par ailleurs une sortie de l'eau des chalutiers qui sont immobilisés pour une durée généralement comprise entre quatre et cinq mois.

[Insérer Tableau 1]

⁵ En 2008, la consommation de gasoil pour le secteur des pêches maritimes était estimée autour de 300000 tonnes par an en excluant les navires de plus de 40 mètres. L'impact de la hausse des prix du gasoil sur les performances dans le secteur a été étudié par l'IFREMER (http://www.ifremer.fr/peche/content/download/40523/552990/file/note_synthese_GASOIL_SIH-juillet_2008.pdf).

⁶ http://alineabyluxia.fr/eu/lr/2008/7/24/JOL_2008_202_R_0001_01

⁷ Cette contrepartie est explicite dans l'article 13 du règlement (CE) n° 744/2008 qui stipule que les « programmes d'adaptation des flottes aboutissent à une réduction d'au moins 30% de la capacité des flottes concernées ». Les six navires sortis de la flotte (Aramandèche II, Astrée, Gengis-Khan, Mimosa, Maantci, Micka-Nari) ont été construits entre 1986 et 1991 pour une longueur variant de 14,4 mètres à 20,8 mètres. Au total, le segment de flotte concerné a été réduit de 31,61% en jauge et de 36,73% en puissance.

Au niveau du port des Sables d'Olonne, la transformation de la flottille s'est faite en deux temps. Deux senneurs (Anthinéas et Mambrisa) se sont mis à pêcher à la senne danoise dans la première quinzaine du mois de mars 2010. Les quatre autres navires ont rejoint la flottille entre le 21 juin et le 19 juillet 2010, sachant que les bateaux Black Pearl et Les Barges n'utilisent pas exclusivement la senne danoise pendant l'été.⁸ Pour ces deux navires, l'alternance de techniques de pêche s'explique par la possession d'une licence spécifique pour pêcher le thon blanc sous réserve de quota disponible. Compte tenu des connaissances techniques requises pour la pêche à la senne danoise, les équipages ont suivi une formation en Islande avec un embarquement à bord de senneurs pendant une période de deux semaines.

Le projet de reconversion déposé par le CLPMEM des Sables d'Olonne met en avant plusieurs conséquences attendues du passage à la senne danoise.⁹ La première concerne une plus grande sélectivité des espèces pêchées. Celle-ci s'explique par la vitesse réduite du remorquage pendant la pêche, donnant lieu à de substantielles économies d'énergie et une plus grande facilité du tri des captures par l'équipage. La seconde est une amélioration de la qualité par rapport à un chalut classique. Dans la mesure où l'engin n'est pas traîné sur le fond, le poisson pêché par les senneurs danois est principalement remonté vivant et donc d'excellente qualité. La troisième est une modification des espèces pêchées puisque la senne danoise permet de viser des espèces lentes telles que les poissons ronds (gadidés) ou bien encore les poissons plats.¹⁰

Les bénéfices de la pêche à la senne danoise sont donc potentiellement multiples. Dans la suite de cet article, nous nous intéressons exclusivement à la qualité des espèces débarquées. L'hypothèse testée est que le passage à la senne danoise devrait accroître en moyenne la qualité des espèces sur la criée où la senne danoise a été introduite.

3.2. Description des données

Nous étudions l'effet de l'innovation sur la qualité à partir d'une base de données pour laquelle l'unité d'observation est la criée. Une criée correspond à une halle à marée qui est le lieu où s'effectue la mise en marché des lots de poissons lorsqu'ils sont débarqués dans un port de pêche. Pour l'année 2010 en France, on dénombrait 40 criées dont 34 sont localisées sur la façade Atlantique. En termes de quantités débarquées, les trois principales criées cette année-là étaient Boulogne, Lorient et Le Guilvinec par ordre décroissant d'importance, les Sables d'Olonne arrivant au

⁸ Le navire Renaissance II a également utilisé différentes techniques de pêche uniquement pendant la période allant de juillet à août 2010.

⁹ http://www.corepem.fr/media/2_paf_sennedanoiseextract_006117100_1508_25082014.pdf

¹⁰ Un autre effet attendu concerne le rythme de travail des marins. Le fait que la pêche à la senne danoise se pratique le jour et non la nuit permet d'accroître le temps de repos consécutif des matelots. Ces derniers sont également moins exposés lors des manœuvres de pêche, ce qui réduit le risque d'accidents en mer.

14^{ème} rang avec approximativement 4900 tonnes. Le classement relatif de la criée sablaise en termes de valorisation des produits est nettement meilleur puisqu'elle occupait le 7^{ème} rang en ce qui concerne le montant total des transactions réalisées (24,1 millions d'euros).

Le recours à des données collectées au niveau des criées conditionne l'interprétation des résultats de l'évaluation. Les données agrégées ne permettent pas d'évaluer l'impact de l'innovation technologique pour les navires passés à la senne danoise (effet de traitement sur les traités) ainsi que sur les navires n'ayant pas modifié leur technique de pêche (effet de traitement sur les non traités). A la place, nos résultats fournissent une mesure de l'effet de traitement global de l'innovation au niveau de la criée des Sables d'Olonne.

L'intérêt de cet effet global vient de ce qu'il intègre de possibles effets de débordement induits par l'innovation technologique au niveau local. Si les navires traités augmentent par exemple leur qualité suite au passage à la senne, les navires non traités peuvent être incités à accroître eux-mêmes la qualité des espèces débarquées afin de continuer à vendre leur pêche dans les meilleures conditions. L'innovation ne concernant que six navires (les ventes en volume de ces navires représentaient 21.5% du total des ventes aux Sables d'Olonne en septembre 2009), l'effet de traitement global fournit alors une borne inférieure à l'effet de traitement qui serait obtenu à partir des seuls navires traités.

Compte tenu des différences sensibles de prix et d'espèces entre les criées des côtes Atlantique et Méditerranéenne (Gobillon et Wolff, 2015), seules les criées localisées sur la façade atlantique sont retenues. L'échantillon comprend 30 criées, en incluant celle des Sables d'Olonne.¹¹ Les données utilisées sont au niveau mensuel et la période couverte va de juillet 2009 à décembre 2012. Nous observons donc les situations dans les différentes criées huit mois avant l'introduction de l'innovation qui débute en mars 2010 aux Sables d'Olonne. Les données incluent des informations sur la quantité totale échangée, la valeur des transactions, la composition des espèces et la proportion de poissons de qualité extra. La qualité est évaluée à partir d'une analyse organoleptique mobilisant à la fois la vue et le toucher et sa codification s'inscrit dans le cadre d'une procédure de normalisation entre les criées.¹² La variable dépendante retenue pour l'analyse est la proportion de poissons de qualité extra vendue sur une criée donnée au cours d'un mois donné.

¹¹ La liste exhaustive des criées est la suivante: Arcachon (AC), Audierne (AD), Boulogne (BL), Brest (BT), Concarneau (CC), Cherbourg (CH), Le Croisic (CR), Dunkerque (DK), Dieppe (DP), Douarnenez (DZ), Erquy (EQ), Grandchamp (GD), Saint-Gilles Croix-de-Vie (GL), Granville (GR), Le Guilvinec (GV), Oléron (IO), Loctudy (LC), Lorient (LO), La Rochelle (LR), Noirmoutier (NO), Quiberon (QB), Roscoff (RO), Royan (RY), Saint-Guénolé (SG), Saint-Jean de Luz (SJ), Saint-Malo (SM), Saint-Quay Portrieux (SQ), La Turballe (TB) et l'Île d'Yeu (YE). Quatre criées pour lesquelles on ne dispose pas d'observations pour tous les mois de la période ont été exclues.

¹² La procédure s'inscrit dans le cadre du règlement communautaire n° 2406/96 qui fixe des normes communes de commercialisation pour les produits de la pêche vendus en criée (http://admi.net/eur/loi/leg_euro/fr_396R2406.html). Afin de garantir la normalisation des tris des qualités, les personnels des criées sont formés et il existe des référentiels de tri distribués aux professionnels pour

La figure 1 représente l'évolution de cette variable sur l'ensemble de la période, à la fois pour la criée des Sables d'Olonne et pour l'ensemble des autres criées. Les profils obtenus mettent en évidence une saisonnalité marquée pour la qualité des poissons vendus en criée. De manière systématique, la proportion de poissons de qualité extra tend à être plus élevée pour les mois d'été : elle est autour de 45% en juillet alors qu'elle avoisine les 30% au début de l'hiver. La comparaison des Sables d'Olonne aux autres criées suggère l'existence d'une amélioration de la qualité suite à la transformation de six chalutiers en senneurs. Alors que les profils sont assez similaires de juillet 2009 à février 2010 (la proportion passant de 45% à 30%), des écarts substantiels sont ensuite observés pour la période allant de juillet 2010 à juillet 2011. Le fort accroissement de la qualité aux Sables d'Olonne apparaît concomitant avec l'entrée dans la flottille de tous les senneurs.

[Insérer Figure 1]

Le tableau 2 fournit un ordre de grandeur des changements intervenus en comparant la proportion de poissons de qualité extra respectivement avant l'innovation (de juillet 2009 à février 2010) et après l'innovation (d'août 2010 à décembre 2012). La période de transition est volontairement exclue des calculs compte tenu de la transformation progressive de la flotte au cours du premier semestre 2010. Avant l'innovation, la proportion de poissons de qualité extra aux Sables d'Olonne (35,1%) est un peu plus faible que dans les autres criées (38,0%). Après l'innovation, cette proportion aux Sables d'Olonne (49,2%) devient supérieure de 11,8 points à celle des autres criées (37,4%). Cet accroissement peut être dû non seulement à une amélioration de la qualité à composition constante des espèces pêchées, mais aussi à un changement de composition lié au ciblage d'espèces différentes.

[Insérer Tableau 2]

Le tableau 2 précise la composition des espèces pêchées respectivement avant et après l'introduction de la senne danoise. Seules les dix espèces principales pêchées sur l'ensemble de la période aux Sables d'Olonne sont reportées.¹³ Un premier constat est que la criée des Sables d'Olonne diffère sensiblement des autres criées en ce qui concerne les espèces débarquées. Avant l'innovation, les trois espèces principales sont le merlu, la seiche et la sole : elles représentent 43% des ventes totales en volume entre juillet 2009 et février 2010. A titre de comparaison, ces trois

l'évaluation en criée. Ces référentiels, illustrés par des photographies, comprennent de multiples critères relatifs à la peau, aux yeux, aux branchies, au péritoine ou bien encore à la chair qui varient pour les poissons blancs, les poissons bleus, les sélaciens, les crustacés et les céphalopodes. Voir par exemple <http://www.bretagne-qualite-mer.com/images/doc/referentiel%20tri%202011.pdf> et http://www.normandiefraicheurmer.fr/media/repertoire_qualite_nfm_005957700_0830_08012013.pdf.

¹³ Les neuf espèces principales sont le merlu, la seiche, la sole, le calmar, le bar, le maquereau, le merlan, le rouget-barbet et la baudroie, toutes les autres espèces étant regroupées dans une catégorie résiduelle. Compte tenu de sa forte saisonnalité et des permis spéciaux nécessaires pour sa capture, le thon blanc est placé dans l'espèce résiduelle. Cette espèce est au huitième rang des captures en volume sur l'ensemble de la période.

espèces constituent moins de 10% des ventes dans les autres criées durant la même période. Le second constat est que la composition des espèces pêchées s'est quelque peu modifiée après l'innovation. En particulier, les contributions de la seiche, du calmar et du rouget barbet ont augmenté (+6,5, +3,8 et +2,9 points respectivement entre les deux périodes).

A ce stade, les résultats descriptifs sont compatibles avec un scénario tel que le passage à la senne danoise pour six bateaux de pêche aux Sables d'Olonne a donné lieu à une amélioration de la qualité des espèces vendues en criée. Toutefois, l'innovation technologique a modifié la composition des espèces pêchées et il est possible qu'elle ait été introduite dans une criée où il y a une tendance à la hausse de la qualité. Nous nous tournons maintenant vers une analyse économétrique pour évaluer toutes choses égales par ailleurs l'impact de la senne danoise sur la qualité débarquée.

4. Résultats

Nous estimons à présent l'impact de l'innovation sur la qualité des poissons vendus en criée à partir des trois spécifications exposées en section 2. L'effet reporté est l'effet moyen obtenu sur l'ensemble de la période à partir de laquelle les chalutiers transformés en senneurs danois sont en mesure d'utiliser la senne, c'est-à-dire de mars 2010 à décembre 2012.

Dans une étape préliminaire, nous négligeons la possibilité de changements dans la composition des espèces pêchées suite à l'innovation. L'estimation en différence de différences comprend comme termes explicatifs des indicatrices mensuelles pour tous les mois, des indicatrices de criées et l'indicatrice de traitement. Le modèle à facteur est estimé dans le cas où le nombre de facteurs interactifs est égal à trois. Enfin, lors de l'estimation de l'effet de l'innovation par la méthode des contrôles synthétiques, la détermination de la criée synthétique est faite sur la base des proportions de poissons de qualité extra qui sont observées chaque mois avant l'innovation. Les résultats des estimations sont présentés dans le panel A du tableau 3.

[Insérer Tableau 3]

D'après l'estimateur en différence de différences, l'écart de qualité entre la criée des Sables d'Olonne et les autres criées de la façade Atlantique a augmenté de 13 points de pourcentage après introduction de l'innovation (colonne 1).¹⁴ Cet effet estimé apparaît remarquablement robuste à la spécification retenue. Il est de 14% lorsque nous estimons le modèle à facteurs comprenant trois facteurs interactifs (colonne 2). Le nombre de facteurs interactifs considérés a peu d'incidence sur l'estimateur de l'effet de l'innovation. La différence de qualité s'élève à 13,8% avec deux facteurs, 13,9% avec quatre, 15,4% avec cinq et 16,5% avec six. Enfin, l'effet de l'innovation obtenu par la méthode des contrôles synthétiques est égal à 12% (colonne 3). La criée synthétique est alors une

¹⁴ Nous avons également estimé l'impact de l'innovation en excluant la période de transition s'étendant de mars à juillet 2010. L'effet obtenu par l'approche en différence de différences s'élève alors à 13,9%.

moyenne pondérée des huit criées suivantes, par ordre décroissant d'importance : Loctudy (38,9%), Ile d'Oléron (25,7%), Roscoff (11,1%), Saint-Jean de Luz (10,8%), Royan (7,5%), Saint-Gilles Croix-de-Vie (5,1%), Ile d'Yeu (0,9%) et Grandcamp (0,1%).

L'amélioration de la qualité pouvant être liée à des changements dans la composition des espèces pêchées, nous prenons maintenant en compte les effets de composition avec les parts de marché en volume des dix espèces principales de poissons. Concernant la méthode des contrôles synthétiques, il se pose alors la question de l'importance relative à accorder à la qualité passée (8 valeurs) et aux espèces de poissons (420 valeurs) dans la construction de la crieé synthétique.¹⁵ Une régression linéaire expliquant la proportion de poissons de qualité extra à chaque date en fonction de la seule composition des espèces se caractérise par un R^2 égal à 0,34 tandis que l'accroissement du R^2 lié à la prise en compte des espèces dans la régression en différence de différences se situe autour de 0,02 (0,958-0,936 d'après le tableau 3). Le pouvoir explicatif des variables de composition des espèces se situe donc entre 2% et 34%, si bien que nous avons fait le choix d'une pondération de 80% pour les qualités passées et de 20% pour les variables de composition des espèces.¹⁶ La figure A1 en annexe met en évidence la plus grande difficulté à reproduire la trajectoire de la qualité pré-traitement lorsqu'une pondération plus élevée est attribuée aux espèces pêchées.

Les résultats présentés dans le panel B du tableau 3 sont alors contrastés. Dans les cas de la différence de différences et de l'estimation du modèle à facteurs, la prise en compte des effets de composition a relativement peu d'incidence sur l'accroissement relatif de la qualité aux Sables d'Olonne par rapport aux autres criées suite à l'introduction de la senne danoise. L'effet obtenu par l'estimation en différence de différences est une hausse de la qualité de 16,7%. Un résultat similaire est observé pour le modèle à facteurs avec un effet du traitement sur la qualité de 16,9%. L'application de la méthode des contrôles synthétiques fournit quant à elle un coefficient environ deux fois plus faible, égal à 8,3%.¹⁷

Les différences entre les estimateurs obtenus pour l'effet de l'innovation peuvent être expliquées par des questions de support. Dans le cas de la méthode des contrôles synthétiques, la recherche de la crieé synthétique se fait par interpolation à partir des criées de contrôle puisqu'à chacune d'entre

¹⁵ Les variables d'appariement retenues pour les contrôles synthétiques dans ce cas sont les proportions mensuelles de poissons de qualité extra sur la période pré-traitement ainsi que les proportions mensuelles des dix espèces sur l'ensemble de la période. Le fait de retenir la composition des espèces sur toute la période, avant et après traitement, est cohérent avec les spécifications des modèles linéaires estimés par régression dans lesquels les parts des différentes espèces dans le volume mensuel pêché sont introduites comme variables explicatives (et sont donc prises en compte chaque mois).

¹⁶ En pratique, cette pondération revient à considérer une matrice W diagonale telle que les poids pour les valeurs de la qualité pré-traitement sont chacun de $0,8/8=1/10$ et ceux pour les variables de composition des espèces sont chacun de $0,2/240=1/1200$.

¹⁷ Une fois la composition des espèces prise en compte, la crieé synthétique des Sables d'Olonne est une moyenne pondérée des criées de l'Ile d'Oléron (26,8%), La Rochelle (23,5%), l'Ile d'Yeu (13,6%), Arcachon (13,5%), La Turballe (9,9%), Saint-Jean de Luz (7,9%) et Boulogne (4,7%).

elle est assigné un poids contraint à se situer entre zéro et un. A l'inverse, l'extrapolation est permise dans l'approche standard en différence de différences et lors de l'estimation du modèle à facteurs puisque les pondérations associées à chaque observation peuvent être négatives ou strictement supérieures à 1. Les estimateurs obtenus avec les différentes approches divergent généralement quand il n'est pas possible d'obtenir une criée synthétique similaire à la criée traitée par interpolation : dans ce cas, effectuer une extrapolation se révèle plus indiqué pour évaluer l'effet de l'innovation sur la qualité.

Il est dès lors intéressant de comparer les capacités à reproduire la trajectoire de la qualité pré-traitement aux Sables d'Olonne avec une criée synthétique lorsqu'est appliquée la méthode des contrôles synthétiques respectivement sans et avec prise en compte des variables de composition des espèces. La comparaison repose sur l'erreur quadratique moyenne de prédiction $\sum_{t=1}^{\bar{t}-1} (Y_{it} - Y_{ct})^2 / (\bar{t} - 1)$, où Y_{ct} correspond à la valeur de la qualité à la date t pour la criée synthétique c . En l'absence de variables de composition, l'erreur quadratique est égale à 0,0047. Cette valeur est environ 8 fois plus élevée (0,0375) lorsque les espèces pêchées sont retenues dans le calcul de la criée synthétique, ce qui atteste des difficultés accrues à reproduire la trajectoire de la qualité pré-traitement. Les contributions à cette erreur quadratique à chaque date sont les plus élevées pour les mois de juillet 2009 (26,9%) et octobre 2009 (18,8%).

A un niveau plus fin, lorsque les variables de composition des espèces sont prises en compte, il est possible de comparer les écarts absolus moyens entre les Sables d'Olonne et la criée synthétique des différentes variables d'appariement retenues. D'après les résultats du tableau 4, la criée synthétique ne reproduit qu'imparfaitement le profil de qualité pré-traitement des Sables d'Olonne ainsi que la composition des espèces pré-traitement et post-traitement. Avant traitement, l'écart absolu moyen de la proportion de poissons de qualité extra est de 3,4 points de pourcentage, ce qui représente une fraction non négligeable de la proportion moyenne de poissons de qualité extra aux Sables d'Olonne qui s'élève à 35,1%. Avant traitement, l'écart absolu moyen atteint 6,6 points de pourcentage pour la sole et 3,9 points de pourcentage pour la seiche. Après traitement, l'écart absolu moyen atteint même une valeur plus élevée pour certaines espèces, par exemple 8,6 points de pourcentage pour la seiche et 8,2 points de pourcentage pour le merlu. Ces résultats mettent en évidence les difficultés qui existent à procéder à une interpolation en construisant une criée synthétique similaire à la criée traitée lorsque la composition des espèces pêchées est prise en compte.

[Insérer Tableau 4]

Si les résultats des différentes régressions vont tous dans le sens d'une amélioration de la qualité des poissons vendus aux Sables d'Olonne suite à l'introduction de la senne danoise pour une partie de la flotte, l'estimation d'un effet global sur l'ensemble de la période peut masquer de fortes variations au cours du temps. Les profils mensuels de l'effet relatif de l'innovation sur la qualité des poissons

pêchés aux Sables d'Olonne par rapport aux autres criées obtenus avec les trois méthodes d'évaluation sont représentés sur la figure 2, respectivement sans et avec contrôle de la composition des espèces capturées.¹⁸ Les résultats montrent qu'il existe des variations importantes de différence de qualité entre les Sables d'Olonne et les autres criées au cours de la période post-traitement.

[Insérer Figure 2]

Dans une première phase allant d'avril 2010 à la fin de l'année 2010, l'écart de proportion de poissons de qualité extra augmente fortement. La différence de qualité, qui émerge progressivement avec la transformation des senneurs pendant la période de transition, passe de 15% en juillet 2010 à plus de 30% en novembre 2010. L'écart entre les Sables d'Olonne et les autres criées est ensuite décroissant et devient même légèrement négatif au début de l'année 2012, notamment pour les mois de janvier et février. Enfin, à partir d'avril 2010, la qualité des poissons débarqués aux Sables d'Olonne est de nouveau plus élevée que celle des autres criées de la façade Atlantique.

Si les profils mensuels associés aux trois méthodes d'évaluation sont assez similaires, l'examen des coefficients estimés révèle toutefois quelques écarts entre les courbes. Quand la composition des espèces n'est pas prise en compte (panel A de la figure 2), la courbe obtenue par une estimation en différence de différences s'écarte à plusieurs reprises de celles obtenues par l'estimation du modèle à facteurs et par la méthode des contrôles synthétiques. Du fait d'une prise en compte plus générale de l'hétérogénéité inobservée, le modèle à facteurs conduit à des résultats plus proches de ceux obtenus avec la méthode des contrôles synthétiques. Lorsque les effets de composition des espèces pêchées sont pris en compte (panel B de la figure 2), les profils obtenus par la méthode des contrôles synthétiques et l'estimation du modèle à facteurs affichent des divergences.¹⁹ Celles-ci sont dues à la difficulté accrue de reproduire la trajectoire de la criée des Sables d'Olonne par une criée synthétique quand les effets de composition sont considérés.

Le fait que la différence de qualité entre les Sables d'Olonne et l'ensemble des autres criées se mette à croître régulièrement au fur et à mesure de la transformation de la flottille laisse peu de doute quant à l'existence d'un effet causal de l'innovation sur la qualité pêchée. Dans la mesure où nous calculons un effet global au niveau de la criée des Sables d'Olonne, plus le nombre de senneurs dans ce port est grand et plus la différence de qualité avec les autres criées devrait être élevée si le passage à la senne danoise permet bien de pêcher une proportion plus importante de poissons de

¹⁸ Pour les estimations en différence de différences et du modèle à facteurs, des termes d'interaction croisant l'indicatrice des Sables d'Olonne avec des indicatrices mensuelles sont introduits uniquement à partir de mars 2010 (date d'introduction de l'innovation).

¹⁹ La différence n'est toutefois pas aussi importante que celle entre les estimateurs obtenus avec la méthode des contrôles synthétiques et en différence de différences. A deux reprises, d'octobre à décembre 2011 et d'octobre à décembre 2012, la différence de qualité est de près de 20 points de pourcentage supérieure lorsqu'elle est estimée en différence de différences plutôt que par la méthode des contrôles synthétiques.

qualité extra. C'est clairement dans ce sens que s'interprètent les profils mensuels représentés sur la figure 2.

Le recours à une analyse de type placebo pour la méthode des contrôles synthétiques permet de se convaincre de l'existence d'un effet qualité lié à l'innovation technologique (Abadie, Diamond et Haimueller, 2010). Cette approche consiste à simuler des chocs fictifs pour les criées non traitées intervenant à la même date qu'aux Sables d'Olonne, en mars 2010. Pour chacune de ces criées, la méthode des contrôles synthétiques est appliquée afin de déterminer la différence de qualité avec une criée synthétique résultant de ce choc fictif. Les résultats obtenus respectivement sans et avec prise en compte des effets de composition des espèces sont représentés sur la figure 3. Seules les criées pour lesquelles il est possible de reproduire de façon « satisfaisante » la trajectoire avant l'innovation fictive sont représentées. Le critère statistique retenu ici est une erreur quadratique moyenne de prédiction sur la période pré-traitement pour chaque criée traitée qui n'excède pas 5 fois la valeur de cette erreur quadratique pour la criée des Sables d'Olonne.

[Insérer Figure 3]

Lorsque la composition des espèces pêchées n'est pas prise en compte, le profil mensuel obtenu pour les Sables d'Olonne apparaît sensiblement différent de celui obtenu pour les autres criées non concernées par le passage à la senne danoise. De juillet à décembre 2010, soit juste après la transformation de tous les chalutiers destinés à recevoir la senne, la proportion de poissons de qualité extra n'augmente fortement qu'aux Sables d'Olonne. La qualité est également plus élevée aux Sables d'Olonne que dans les autres criées presque tout au long de l'année 2011, même si cette différence s'estompe fin 2011 avant de réapparaître à l'automne 2012. Lorsque les effets de composition sont pris en compte, la situation est un peu moins claire même si la criée des Sables d'Olonne tend à être celle pour laquelle l'effet du choc sur la qualité est le plus élevé, tout du moins dans les douze mois qui suivent l'introduction de l'innovation. En même temps, la figure 3 met en évidence la difficulté de trouver une criée synthétique imitant parfaitement les évolutions de la qualité aux Sables d'Olonne avant le traitement.

5. Conclusion

Nous avons proposé dans cet article une évaluation de l'effet d'une innovation technologique introduite aux Sables d'Olonne, la senne danoise, sur la qualité des poissons pêchées. Nous contrastons les résultats obtenus par l'approche classique en différence de différences avec ceux provenant de l'estimation de modèles à facteurs et de l'application de la méthode des contrôles synthétiques. Ces deux dernières approches permettent la prise en compte d'une forme plus générale d'hétérogénéité inobservée. Cependant, alors que la méthode des contrôles synthétiques repose sur une interpolation entre criées, l'estimation de modèles à facteurs permet l'extrapolation.

Les résultats montrent que l'introduction de la senne danoise aurait conduit à une augmentation de la qualité des poissons vendus dans la criée des Sables d'Olonne à composition constante des espèces, notre estimation préférée de cet effet étant de 16,9%. La méthode des contrôles synthétiques conduit à une valeur sensiblement plus faible (8,3%), mais cette valeur est biaisée car il se révèle impossible d'estimer de façon satisfaisante l'effet la seine par interpolation quand la composition des espèces pêchées est prise en compte dans l'analyse.

Dans cet article, nous avons évalué l'effet de la senne sur la qualité des poissons pêchés par l'ensemble des bateaux déchargeant leurs captures sur la criée des Sables d'Olonne, que ces bateaux soient équipés de la senne ou non. Une façon d'aller plus loin serait d'effectuer une analyse de l'effet de la senne sur la qualité à partir de données micro-économiques permettant de distinguer les bateaux traités des non traités. Une telle analyse permettrait de distinguer l'effet du traitement sur les traités de l'effet du traitement sur l'ensemble des bateaux vendant sur la criée.

Bibliographie

- Abadie A., Diamond A., Hainmueller J., (2010), "Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California's tobacco control program", *Journal of the American Statistical Association*, vol. 105, pp. 493-505.
- Abadie A., Diamond A., Hainmueller J., (2015), "Comparative politics and the synthetic control method", *American Journal of Political Science*, vol. 59, pp. 495-510.
- Abadie A., Gardeazabal J., (2003), "The economic costs of conflict: A case study of the Basque country", *American Economic Review*, vol. 93, pp. 113-132.
- Ahn S.C., Lee Y.H., Schmidt P., (2001), "GMM estimation of linear panel data models with time-varying individual effects", *Journal of Econometrics*, vol. 101, pp. 219-255.
- Ahn S.C., Lee Y.H., Schmidt P., (2013), "Panel data models with multiple time-varying individual effects", *Journal of Econometrics*, vol. 174, pp. 1-14.
- Angrist J., Pischke J.-S., (2008), *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*, Princeton University Press.
- Bai J., Ng S., (2002), "Determining the number of factors in approximate factor models", *Econometrica*, vol. 70, pp. 191-221.
- Bai J., (2009), "Panel data models with interactive fixed effects", *Econometrica*, vol. 77, pp. 1229-1279.
- Blundell R., Costa-Dias M., (2009), "Alternative approaches to evaluation in empirical microeconomics", *Journal of Human Resources*, vol. 44, pp. 565-640.
- Gobillon L., Magnac T., (2015), "Regional policy evaluation: Interactive fixed effects and synthetic controls", *Review of Economics and Statistics*, à paraître.
- Gobillon L., Wolff F.C., (2015), "Evaluating the law of one price using micro panel data", *American Journal of Agricultural Economics*, à paraître.
- Imbens G., Wooldridge J., (2009), "Recent developments in the econometrics of program evaluation", *Journal of Economic Literature*, vol. 47, pp. 5-86.
- Kim D., Oka T., (2014), "Divorce law reforms and divorce rates in the U.S.: An interactive fixed-effects approach", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 29, pp. 231-245.
- Kline P., Moretti E., (2014), "Local economic development, agglomeration economies, and the big push: 100 years of evidence from the Tennessee Valley Authority", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 129, pp. 275-331.
- Moon H., Weidner M., (2015), "Linear regression for panel with unknown number of factors as interactive effects", *Econometrica*, à paraître.
- Onatski A., Moreira M., Hallin M., (2013), "Asymptotic power of sphericity tests for high-dimensional data", *Annals of Statistics*, vol. 41, pp. 1204-1231.

Tableau 1. Caractéristiques des chalutiers transformés en senneurs

| Navire | Longueur (en mètres) | Moteur (en kw) | Année de construction | Période de transformation | Première vente à la senne |
|----------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Anthinéas | 2289 | 498 | 1991 | 10/2009-03/2010 | 15/03/2010 |
| Arundel | 1807 | 397 | 2005 | 02/2010-07/2010 | 05/07/2010 |
| Black Pearl | 2330 | 516 | 2000 | 03/2010-07/2010 | 19/07/2010 |
| Les Barges | 2495 | 589 | 1998 | 03/2010-07/2010 | 19/07/2010 |
| Manbrisa | 1800 | 397 | 2005 | 11/2009-03/2010 | 04/03/2010 |
| Renaissance II | 1800 | 397 | 2005 | 02/2010-06/2010 | 21/06/2010 |

Source: données cellule Mer, Université de Nantes.

Tableau 2. Variations de qualité et de captures, avant et après transformation des senneurs

| Espèces | Avant (07-2009 -> 02-2010) | | | Après (08-2010 -> 08-2012) | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------|------------|----------------------------|---------------|------------|
| | Les Sables d'Olonne | Autres criées | Différence | Les Sables d'Olonne | Autres criées | Différence |
| Merlu | 0,178 | 0,035 | 0,143 | 0,147 | 0,037 | 0,110 |
| Seiche | 0,103 | 0,035 | 0,068 | 0,168 | 0,050 | 0,119 |
| Sole | 0,149 | 0,022 | 0,127 | 0,125 | 0,026 | 0,099 |
| Calmar | 0,054 | 0,037 | 0,017 | 0,092 | 0,026 | 0,066 |
| Bar | 0,068 | 0,023 | 0,046 | 0,062 | 0,019 | 0,043 |
| Maquereau | 0,032 | 0,028 | 0,004 | 0,047 | 0,036 | 0,011 |
| Merlan | 0,034 | 0,053 | -0,019 | 0,044 | 0,056 | -0,012 |
| Rouget barbet | 0,012 | 0,011 | 0,001 | 0,041 | 0,010 | 0,031 |
| Baudroie | 0,033 | 0,059 | -0,027 | 0,031 | 0,065 | -0,034 |
| Autres espèces | 0,336 | 0,696 | -0,360 | 0,243 | 0,676 | -0,433 |
| Qualité extra (proportion) | 0,351 | 0,380 | -0,029 | 0,492 | 0,374 | 0,118 |

Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Tableau 3. Estimation de la proportion de poissons de qualité extra

| Variables | (1) Différence de différences | (2) Modèle interactif | (3) Contrôles synthétiques |
|---|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| <i>Panel A. Sans contrôle de la composition des espèces</i> | | | |
| Les Sables d'Olonne x (Mars 2010-Décembre 2012) | 0.130** (0.063) | 0.140*** (0.029) | 0.120 |
| Espèces | NON | NON | |
| Effets fixes mensuels | OUI | OUI | |
| Effets fixes criées | OUI | OUI | |
| Nombre d'observations | 1260 | 1260 | 1260 |
| R ² | 0.936 | | |
| <i>Panel B. Avec contrôle de la composition des espèces</i> | | | |
| Les Sables d'Olonne x (Mars 2010-Décembre 2012) | 0.167*** (0.051) | 0.169*** (0.027) | 0.083 |
| Espèces | OUI | OUI | |
| Effets fixes mensuels | OUI | OUI | |
| Effets fixes criées | OUI | OUI | |
| Nombre d'observations | 1260 | 1260 | 1260 |
| R ² | 0.958 | | |

Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Note : les seuils de significativité retenus sont de 1% (***), 5% (**) et 10% (*). Le modèle à facteurs inclut trois facteurs interactifs. Dans le panel A, les variables d'appariement retenues pour l'implémentation de la méthode des contrôles synthétiques sont les proportions de poissons de qualité extra de chaque mois durant la période pré-traitement. Pour le panel B, les variables d'appariement retenues incluent également les proportions des espèces les plus pêchées (9 espèces plus une catégorie résiduelle) de chaque mois sur l'ensemble de la période.

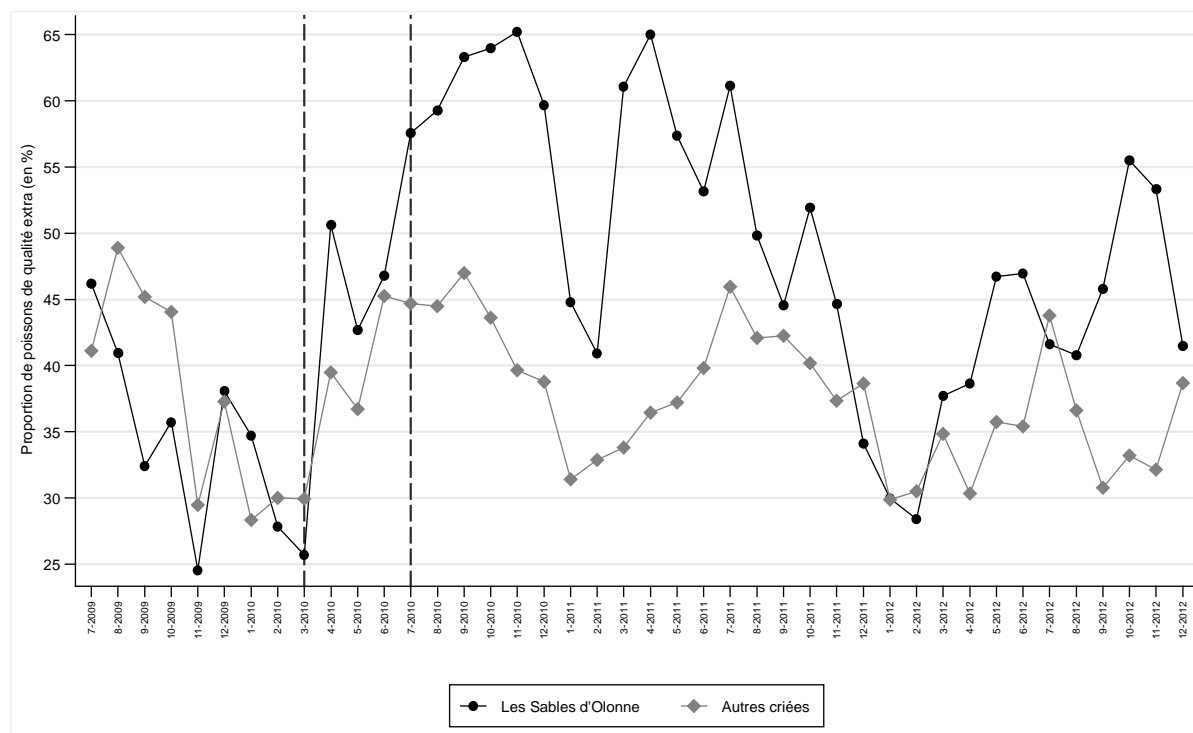
Tableau 4. Qualité et composition des espèces pour la criée synthétique et la criée des Sables d'Olonne

| Variable | Moyenne pré-traitement | | | Moyenne post-traitement | | |
|----------------|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|
| | Criée des Sables d'Olonne | Criée synthétique | Ecart moyen absolu | Criée des Sables d'Olonne | Criée synthétique | Ecart moyen absolu |
| Qualité extra | 0,351 | 0,359 | 0,034 | - | - | - |
| Merlu | 0,174 | 0,167 | 0,046 | 0,128 | 0,093 | 0,082 |
| Seiche | 0,106 | 0,153 | 0,039 | 0,089 | 0,126 | 0,086 |
| Sole | 0,152 | 0,123 | 0,066 | 0,088 | 0,092 | 0,035 |
| Calmar | 0,056 | 0,073 | 0,019 | 0,058 | 0,064 | 0,018 |
| Bar | 0,071 | 0,061 | 0,021 | 0,069 | 0,059 | 0,025 |
| Maquereau | 0,029 | 0,046 | 0,021 | 0,035 | 0,035 | 0,034 |
| Merlan | 0,034 | 0,048 | 0,009 | 0,030 | 0,036 | 0,019 |
| Rouget barbet | 0,013 | 0,043 | 0,007 | 0,017 | 0,021 | 0,024 |
| Baudroie | 0,033 | 0,034 | 0,030 | 0,063 | 0,076 | 0,042 |
| Autres espèces | 0,331 | 0,252 | 0,103 | 0,421 | 0,397 | 0,145 |

Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Note : les variables d'appariement retenues pour l'implémentation de la méthode des contrôles synthétiques sont les proportions de poissons de qualité extra de chaque mois durant la période pré-traitement et les proportions des espèces les plus pêchées (9 espèces plus une catégorie résiduelle) de chaque mois sur l'ensemble de la période.

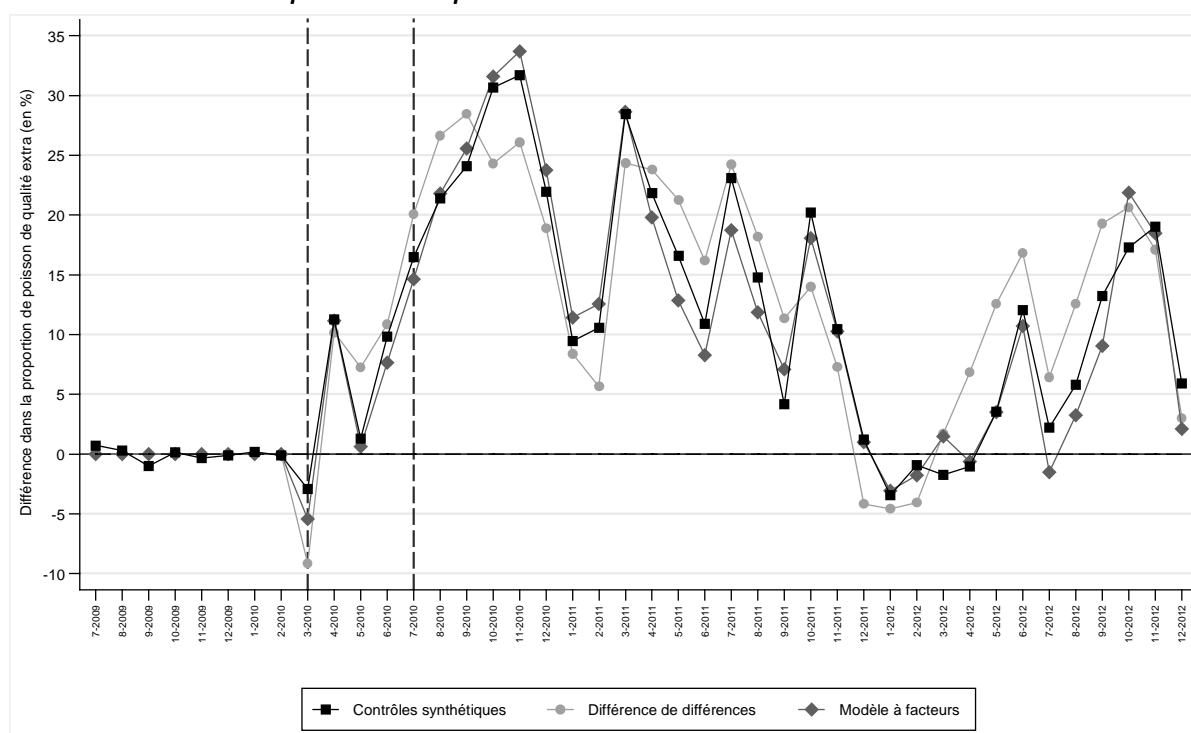
Figure 1. Evolution de la proportion de poissons de qualité extra : Les Sables versus autres criées.



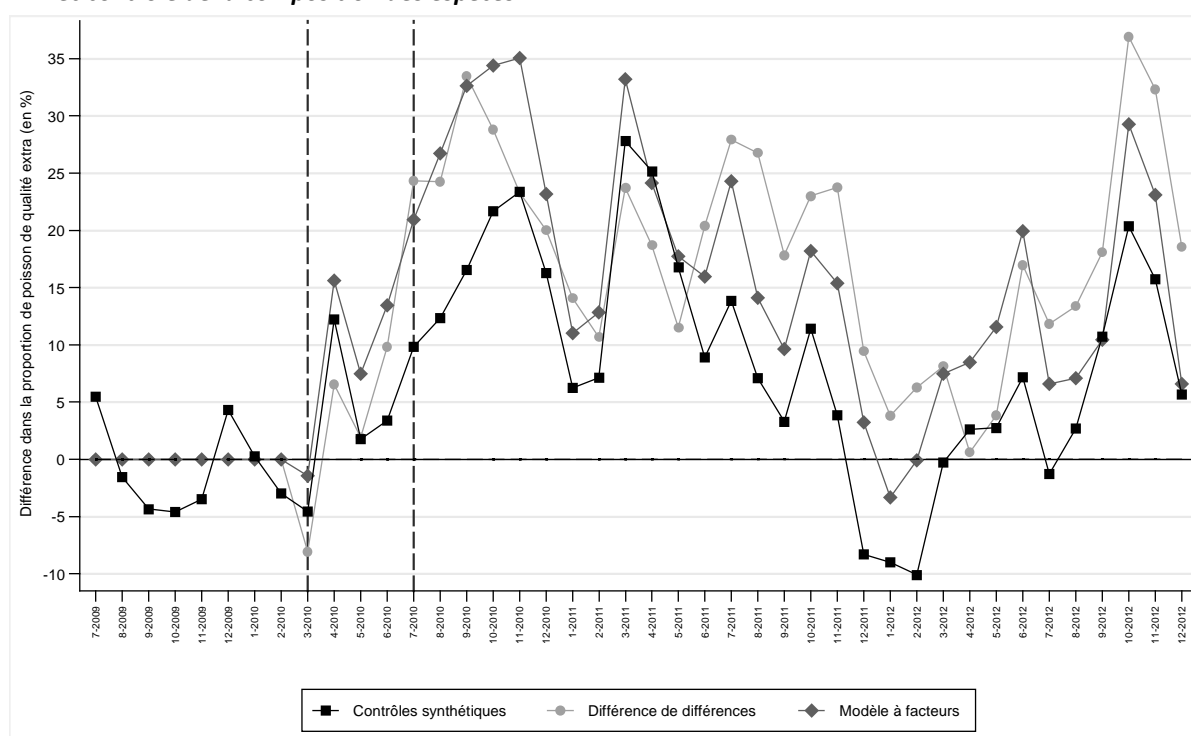
Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Figure 2. Evolution mensuelle du différentiel de qualité entre les Sables d'Olonne et les autres criées

A. Sans contrôle de la composition des espèces



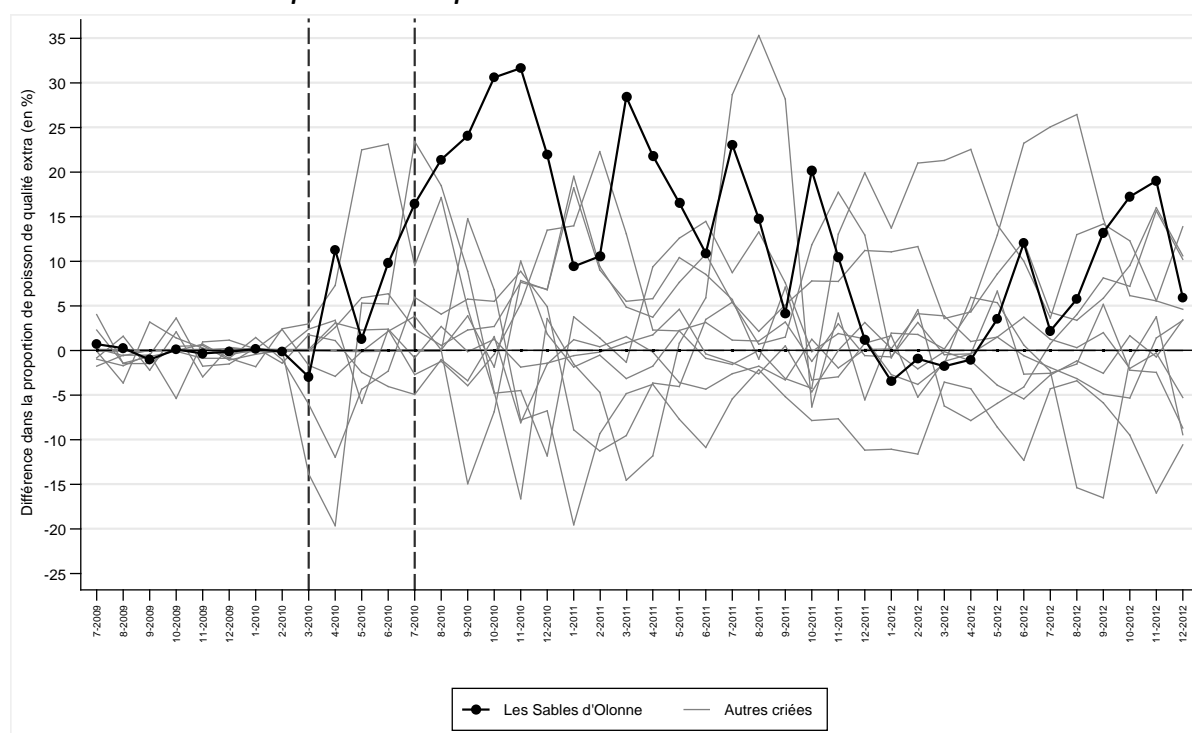
B. Avec contrôle de la composition des espèces



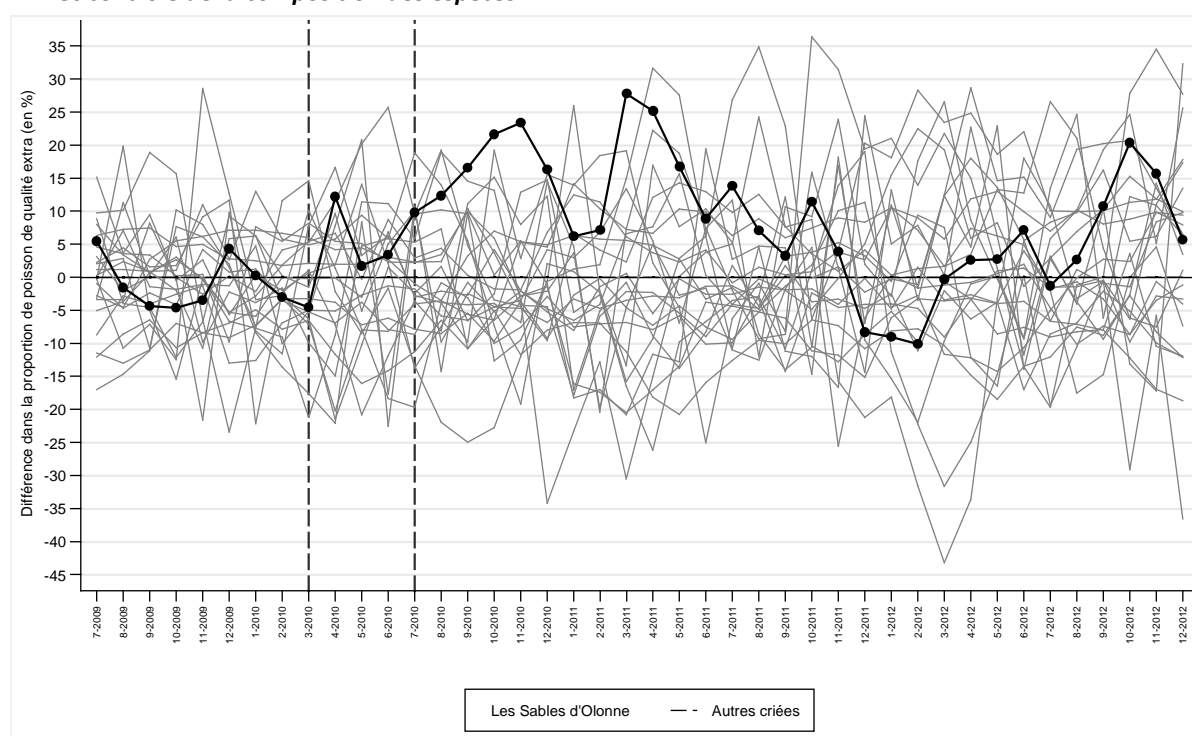
Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Note : le modèle à facteurs inclut trois facteurs interactifs. Dans le cas A, les variables d'appariement retenues pour l'implémentation de la méthode des contrôles synthétiques sont les proportions de poissons de qualité extra de chaque mois durant la période pré-traitement. Dans le cas B, les variables d'appariement retenues incluent également les proportions des espèces les plus pêchées (9 espèces plus une catégorie résiduelle) de chaque mois sur l'ensemble de la période.

Figure 3. Evolution de la proportion de poissons de qualité extra : Les Sables versus autres criées – placebo
A. Sans contrôle de la composition des espèces



B. Avec contrôle de la composition des espèces

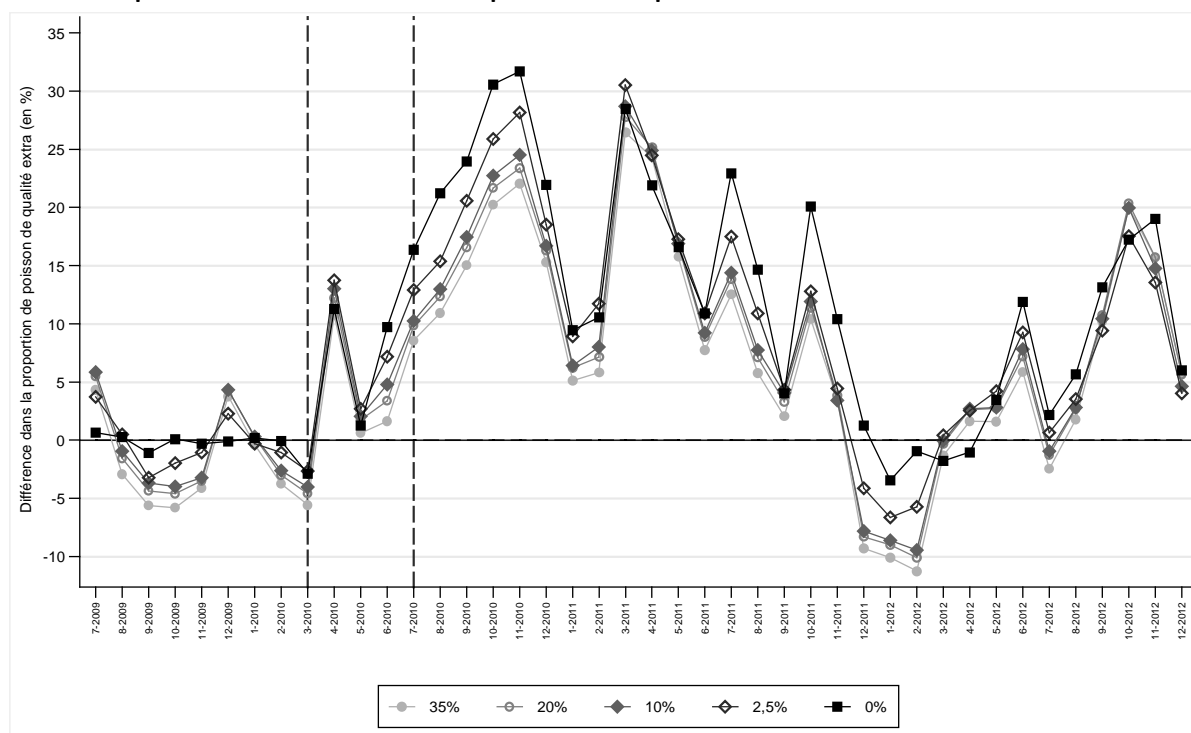


Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Note : dans le cas A, les variables d'appariement retenues pour l'implémentation de la méthode des contrôles synthétiques sont les proportions de poissons de qualité extra de chaque mois durant la période pré-traitement. Dans le cas B, les variables d'appariement retenues incluent également les proportions des espèces les plus pêchées (9 espèces plus une catégorie résiduelle) de chaque mois sur l'ensemble de la période. Seules les criées pour lesquelles l'erreur quadratique moyenne de prédiction est inférieure à 5 fois la valeur de cette erreur quadratique pour la criée des Sables d'Olonne sont représentées.

Annexe. Contrôles synthétiques et effet de composition des espèces

Figure A1. Evolution mensuelle du différentiel de qualité entre les Sables d'Olonne et les autres criées, en fonction du poids accordé aux effets de composition des espèces



Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Note : les variables d'appariement retenues pour l'implémentation de la méthode des contrôles synthétiques sont les proportions de poissons de qualité extra de chaque mois durant la période pré-traitement ainsi que les proportions des espèces les plus pêchées (9 espèces plus une catégorie résiduelle) de chaque mois sur l'ensemble de la période. Les pourcentages en légende indiquent l'importance relative accordée aux effets de composition des espèces dans la construction de la crieé synthétique.